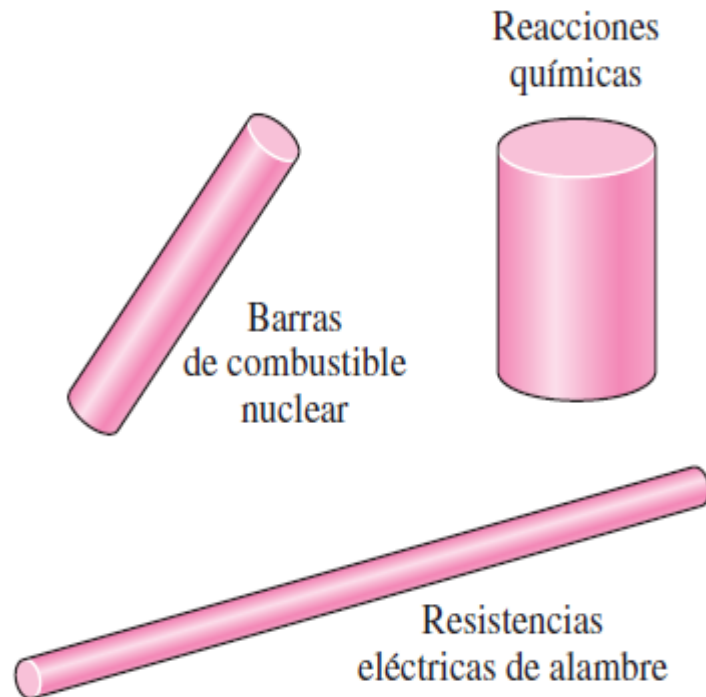


Transferencia de Calor por Conducción con generación de calor

Profesor: Miguel Meneses Ariza

Poscosecha de frutas y hortalizas

*Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Colombia
2020*



Sistemas con generación de calor



$$\dot{e}_{\text{gen}} = \frac{\dot{E}_{\text{gen, eléctrica}}}{V_{\text{alambre}}} = \frac{I^2 R_e}{\pi r_o^2 L}$$

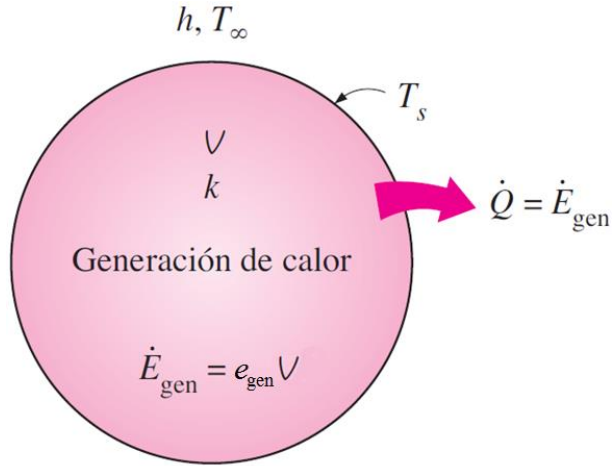
$$\left(\begin{array}{c} \text{Razón de la} \\ \text{transferencia de calor} \\ \text{desde el sólido} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Velocidad de la} \\ \text{generación de energía} \\ \text{dentro del sólido} \end{array} \right)$$

$$\dot{Q} = hA_s (T_s - T_\infty)$$

$$\dot{Q} = \dot{e}_{\text{gen}} V$$

(W)

Sistemas con generación de calor

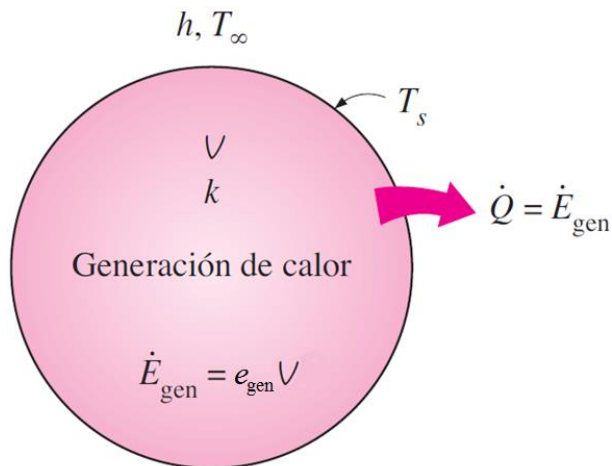


$$\dot{Q} = hA_s (T_s - T_{\infty}) = \dot{e}_{\text{gen}} V$$

$$T_s = T_{\infty} + \frac{\dot{e}_{\text{gen}} V}{hA_s}$$

$$T_{s, \text{esfera}} = T_{\infty} + \frac{\dot{e}_{\text{gen}} r_o}{3h}$$

Sistemas con generación de calor



$$T_{s, \text{esfera}} = T_\infty + \frac{\dot{e}_{\text{gen}} r_o}{3h}$$

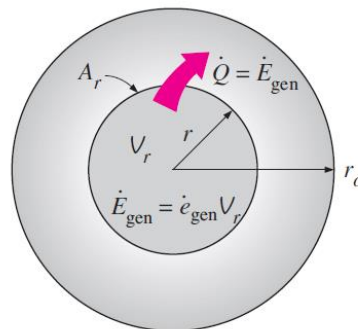


FIGURA 2-55

El calor conducido a través de un casco cilíndrico de radio r es igual al calor generado dentro de él.

$$T_{s, \text{cilindro}} = T_\infty + \frac{\dot{e}_{\text{gen}} r_o}{2h}$$

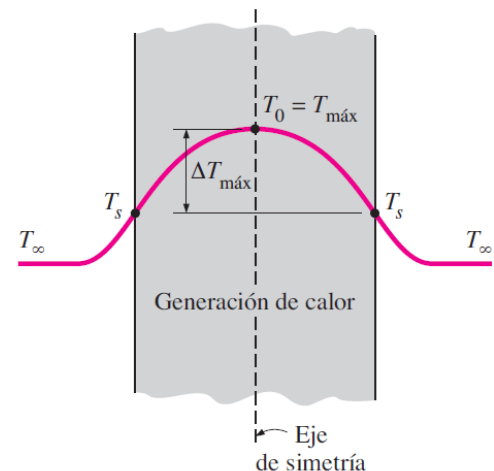


FIGURA 2-56

La temperatura máxima en un sólido simétrico con generación uniforme de calor ocurre en su centro.

$$T_{s, \text{pared plana}} = T_\infty + \frac{\dot{e}_{\text{gen}} L}{h}$$

2-85 Se usa un alambre calentador de resistencia de 2 kW, con conductividad térmica de $k = 20 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$, un diámetro de $D = 4 \text{ mm}$ y una longitud de $L = 0.9 \text{ m}$, para hervir agua. Si la temperatura de la superficie exterior del alambre de resistencia es $T_s = 110^\circ\text{C}$, determine la temperatura en el centro del mismo.

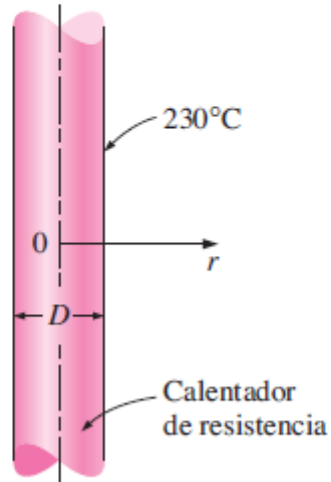
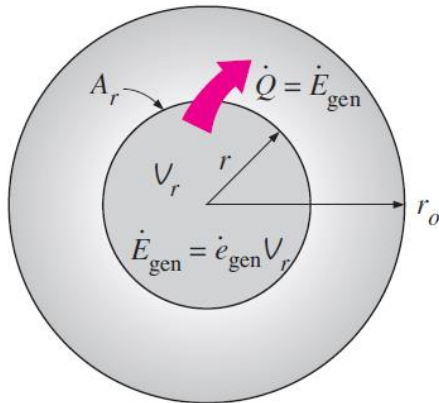


FIGURA P2-85

$$T_{s, \text{ cilindro}} = T_{\infty} + \frac{\dot{e}_{\text{gen}} r_o}{2h}$$

Sistemas con generación de calor



$$-kA_r \frac{dT}{dr} = \dot{e}_{\text{gen}} V_r$$

$$-k(2\pi rL) \frac{dT}{dr} = \dot{e}_{\text{gen}}(\pi r^2 L)$$

$$dT = - \frac{\dot{e}_{\text{gen}}}{2k} r dr$$

$$\Delta T_{\text{máx, cilindro}} = T_0 - T_s = \frac{\dot{e}_{\text{gen}} r_o^2}{4k}$$

$$T_{\text{centro}} = T_0 = T_s + \Delta T_{\text{máx}}$$

$$\Delta T_{\text{máx, pared plana}} = \frac{\dot{e}_{\text{gen}} L^2}{2k}$$

$$\Delta T_{\text{máx, esfera}} = \frac{\dot{e}_{\text{gen}} r_o^2}{6k}$$

2-156 Una manzana de radio R está perdiendo calor de manera estacionaria y uniforme desde su superficie exterior hacia el aire del medio ambiente que está a la temperatura T_∞ , con un coeficiente de convección de h , y hacia las superficies de alrededor que están a la temperatura T_{alred} (todas las temperaturas son absolutas). Asimismo, se genera calor dentro de la manzana de manera uniforme, a razón de \dot{e}_{gen} por unidad de volumen. Si T_s denota la temperatura de la superficie exterior, la condición de frontera en la superficie exterior de la manzana se puede expresar como

$$a) \quad -k \left. \frac{dT}{dr} \right|_{r=R} = h(T_s - T_\infty) + \varepsilon \sigma (T_s^4 - T_{\text{alred}}^4)$$

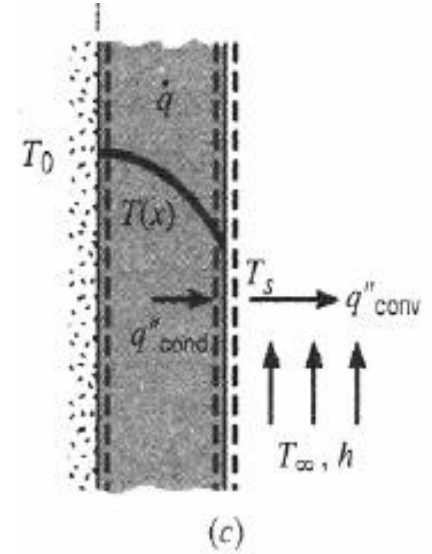
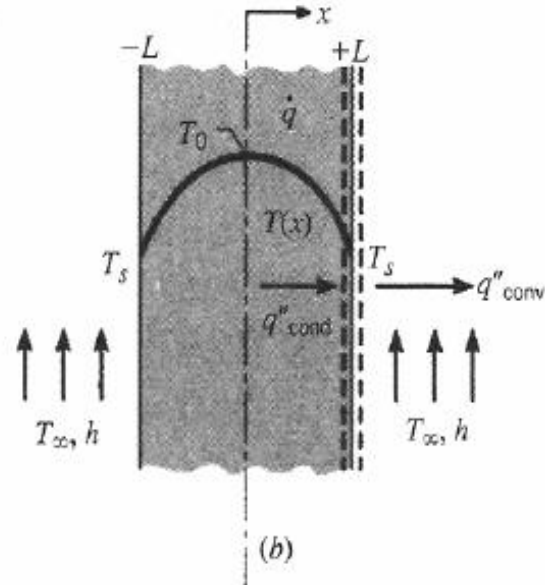
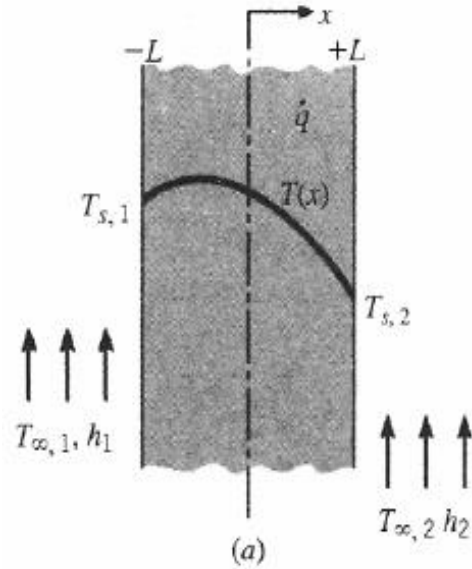
$$b) \quad -k \left. \frac{dT}{dr} \right|_{r=R} = h(T_s - T_\infty) + \varepsilon \sigma (T_s^4 - T_{\text{alred}}^4) + \dot{e}_{\text{gen}}$$

$$c) \quad k \left. \frac{dT}{dr} \right|_{r=R} = h(T_s - T_\infty) + \varepsilon \sigma (T_s^4 - T_{\text{alred}}^4)$$

$$d) \quad k \left. \frac{dT}{dr} \right|_{r=R} = h(T_s - T_\infty) + \varepsilon \sigma (T_s^4 - T_{\text{alred}}^4) + \frac{4\pi R^3/3}{4\pi R^2} \dot{e}_{\text{gen}}$$

e) Ninguna de ellas

Sistemas con generación de calor





Ejemplo 1

2-169 Los granos cosechados, como el trigo, pasan por una reacción exotérmica volumétrica mientras se encuentran almacenados. Si no se controla de manera apropiada, esta generación de calor causa que estos granos se deterioren o, incluso, se produzcan incendios. Se almacena trigo ($k = 0.05 \text{ W/m} \cdot \text{K}$) sobre el suelo (una superficie adiabática, efectivamente) en capas de 5 m de espesor. Se hace que aire a 22°C entre en contacto con la superficie superior de esta capa de trigo, con $h = 3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

La distribución de temperatura en el interior de esta capa es expresada por

$$\frac{T - T_s}{T_0 - T_s} = 1 - \left(\frac{x}{L}\right)^2$$

donde T_s es la temperatura de la superficie superior, T_0 es la de la inferior, x se mide hacia arriba desde el suelo y L es el espesor de la capa. Cuando la temperatura de la superficie superior es de 24°C , ¿cuál es la temperatura del trigo próximo al suelo?

- a) 42°C b) 54°C c) 58°C d) 63°C e) 76°C



$$T_{s, \text{pared plana}} = T_\infty + \frac{\dot{e}_{\text{gen}} L}{h}$$

$$T_{s, \text{cilindro}} = T_\infty + \frac{\dot{e}_{\text{gen}} r_o}{2h}$$

$$T_{s, \text{esfera}} = T_\infty + \frac{\dot{e}_{\text{gen}} r_o}{3h}$$



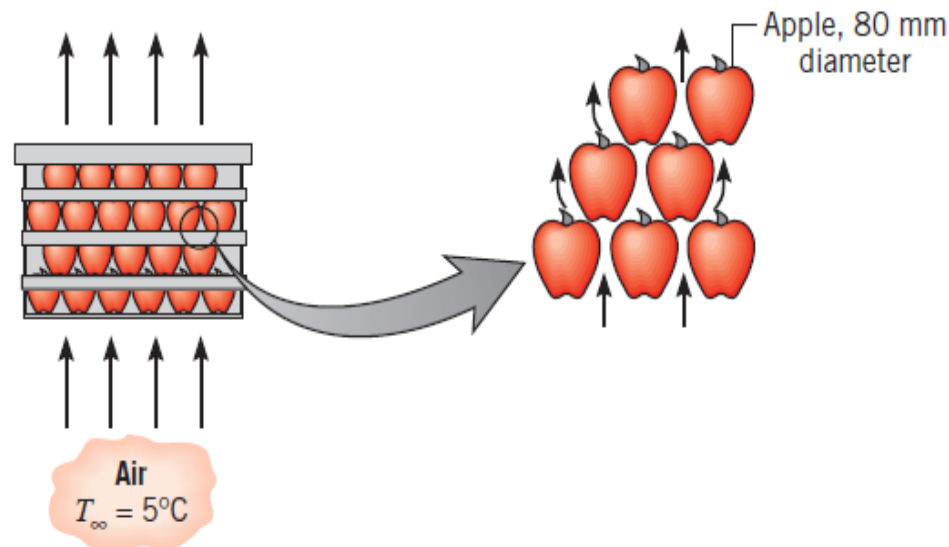
UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Ejemplo 2

3.91 Las características únicas de materiales biológicamente activos, como las frutas, las verduras y otros productos, requieren cuidado especial en su manejo. En seguida de la cosecha y separación de las plantas productoras, la glucosa se cataboliza para producir bióxido de carbono, vapor de agua y calor, con la generación de energía interna concomitante. Considere una caja de manzanas, cada manzana de 80 mm de diámetro, que se ventila con aire a 5°C y a una velocidad de 0.5 m/s. El valor correspondiente del coeficiente de transferencia de calor es $7.5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Dentro de cada manzana la energía térmica se genera de manera uniforme a una razón total de $4000 \text{ J/kg} \cdot \text{día}$. La densidad y conductividad térmica de la manzana son 840 kg/m^3 y $0.5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$, respectivamente.

Determine las temperaturas del centro y de la superficie de la manzana.



$$\Delta T_{\text{máx, esfera}} = \frac{\dot{e}_{\text{gen}} r_o^2}{6k}$$